

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09167258 A**(43) Date of publication of application: **24 . 06 . 97**

(51) Int. Cl

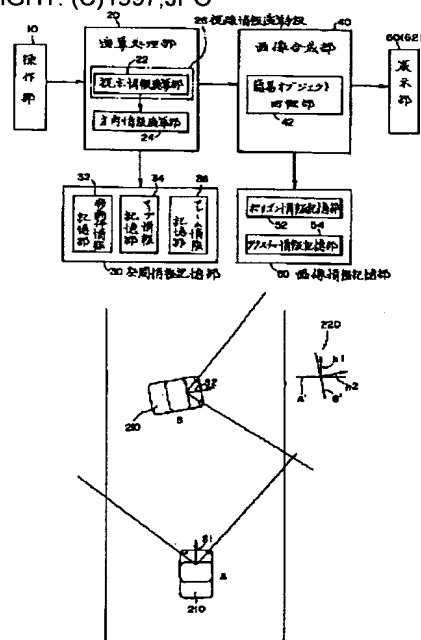
**G06T 15/70
A63F 9/22**(21) Application number: **07348382**(22) Date of filing: **18 . 12 . 95**(71) Applicant: **NAMCO LTD**(72) Inventor: **OUCHI SATOSHI**(54) **METHOD AND DEVICE FOR COMPOSITING
PICTURE AND GAME DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To shorten the processing time without damaging reality when a display object is formed and displayed as a simple object by rotating the simple object in a direction decided so as to set the non-display direction in the same direction as the eye direction of a viewpoint to composite picture.

SOLUTION: When a tree, etc., is formed as a plane simple object to composite the picture, it is formed so as to be rotated based on the direction of line of sight regardless of the positions of the whole simple objects to be displayed. In this game device, an arithmetic processing part 20 adds a viewpoint information arithmetic part 22 calculating viewpoint information adding live-of-sight information of the viewpoint which is moved and rotated in a virtual three-dimensional space and a direction information arithmetic part 24 obtaining direction information of the simple object. A picture synthesizing part 40 adds a simple object rotating part 42 rotating the simple object based on direction information which is calculated by the direction information arithmetic part 42 when the display object to be displayed is the simple object.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-167258

(43) 公開日 平成9年(1997)6月24日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 15/70

A 6 3 F 9/22

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 6 F 15/62

A 6 3 F 9/22

3 4 0 K

B

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平7-348382

(22) 出願日 平成7年(1995)12月18日

(71) 出願人 000134855

株式会社ナムコ

東京都大田区多摩川2丁目8番5号

(72) 発明者 大内 聡

東京都大田区多摩川2丁目8番5号 株式

会社ナムコ内

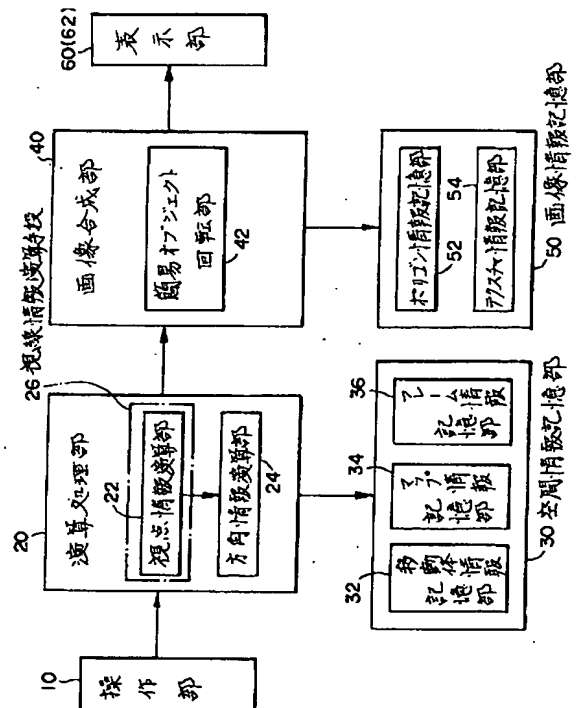
(74) 代理人 弁理士 布施 行夫 (外2名)

(54) 【発明の名称】 画像合成方法、画像合成装置及びゲーム装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 表示物を簡易オブジェクトとして形成し表示する際、リアリティを損なうことなく、処理時間を短縮できる画像合成方法を提供する。

【解決手段】 操作部10、演算処理部20と、表示物が簡易オブジェクトであるか否かの識別情報を記憶する空間情報記憶部30と、表示物が簡易オブジェクトとして形成された画像情報を記憶している画像情報記憶部50と、画像合成部40を含む。前記演算処理部20は、仮想3次元空間内を移動又は回転する視点の視線情報を含む視点情報を演算する視点情報演算部22と、前記簡易オブジェクトの方角情報を求める方角情報演算部24とを含み、前記画像合成部40は、前記表示対象となる表示物が簡易オブジェクトである場合は、前記方角情報演算手段によって演算された方向情報に基づき、簡易オブジェクトを回転させる簡易オブジェクト回転部42を含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 表示物を表示方向と非表示方向を有する簡易オブジェクトとして形成し、仮想3次元空間内を移動又は回転する視点の視野内に存在する前記表示物の画像を合成する方法であって、

前記視点の視線方向に基づき、前記非表示方向が前記視点の視線方向と少なくとも同じ方角に設定されるよう、前記簡易オブジェクトの方向を決定し、前記決定した方向に簡易オブジェクトを回転させ画像合成を行うことを特徴とする画像合成方法。

【請求項2】 請求項1において、前記簡易オブジェクトは面として形成され、該面の裏側を非表示方向とすることを特徴とする画像合成方法。

【請求項3】 請求項2において、前記簡易オブジェクトは平面として形成され、前記平面の裏側に立てた法線の方角が前記視線方向の方角となるよう簡易オブジェクトの方向を決定し、前記決定した方向に簡易オブジェクトを回転させ、画像合成を行うことを特徴とする画像合成方法。

【請求項4】 表示物を表示方向と非表示方向を有する簡易オブジェクトとして形成し、仮想3次元空間内を移動又は回転する視点の視野内に存在する前記表示物の画像を合成する装置であって、

仮想3次元空間内を移動又は回転する視点の視線情報を演算する視線情報演算手段と、

前記視線情報演算手段の演算した視線情報に基づき、前記簡易オブジェクトの非表示方向が前記視点の視線方向と少なくとも同じ方角に設定されるよう、前記簡易オブジェクトの方角情報を求める方角情報演算手段と、

簡易オブジェクトとして形成された表示物の画像情報を記憶している画像情報記憶手段と、

前記方角情報演算手段によって演算された方角情報に基づき、前記画像情報記憶手段に記憶されている簡易オブジェクトを読み出して回転させる簡易オブジェクト回転手段とを含み、

前記回転された簡易オブジェクトを用いて視点の視野内に存在する前記表示物の画像を合成することを特徴とする画像合成装置。

【請求項5】 請求項4において、前記画像情報記憶手段に記憶されている前記簡易オブジェクトは面として形成され、該面の裏側を非表示方向とすることを特徴とする画像合成装置。

【請求項6】 請求項5において、前記画像情報記憶手段に記憶されている前記簡易オブジェクトは平面として形成され、

前記方角情報演算手段は、前記平面の裏側に立てた法線の方角が前記視線方向の方角となるよう簡易オブジェクトの方角を決定することを特徴とする画像合成装置。

【請求項7】 プレーヤ移動体を操縦するプレーヤ操作

手段と、

プレーヤ操作手段からの入力信号に基づき、プレーヤの操縦するプレーヤ移動体が仮想3次元空間内を移動する演算を行う空間演算手段と、

表示物の位置情報及び簡易オブジェクトであるか否かの識別情報を記憶する空間情報記憶手段と、

表示物の一部又は全部が、表示方向と非表示方向を有する簡易オブジェクトとして形成された画像情報を記憶している画像情報記憶手段と、

10 前記空間演算手段の演算結果及び画像情報記憶手段に記憶された画像情報に基づき、表示部に表示するゲーム画面の画像を合成する画像合成手段とを含み、

前記空間演算手段は、

前記プレーヤ移動体の移動又は回転に基づき、仮想3次元空間内を移動又は回転する視点の視線情報を含む視点情報を演算する視点情報演算手段と前記視点情報演算手段の演算した視線情報に基づき、前記簡易オブジェクトの非表示方向が前記視点の視線方向と少なくとも同じ方角に設定されるよう、前記簡易オブジェクトの方角情報を求める方角情報演算手段とを含み、

20 前記画像合成手段は、

前記表示対象となる表示物が簡易オブジェクトである場合は、前記方角情報演算手段によって演算された方角情報に基づき、前記画像情報記憶手段に記憶されている簡易オブジェクトを回転させる簡易オブジェクト回転手段を含み、前記視点情報演算手段の演算した視点情報と、前記空間情報記憶手段に記憶された表示物の位置情報及び識別情報とに基づき、表示対象となる表示物及びその表示位置情報を決定し、さらに前記表示対象となる表示物が簡易オブジェクトである場合は、前記方角情報演算手段によって演算された方角情報に基づき、前記簡易オブジェクト回転手段により簡易オブジェクトを回転させて画像合成を行うことを特徴とするゲーム装置。

【請求項8】 請求項7において、前記画像情報記憶手段に記憶されている前記簡易オブジェクトは面として形成され、該面の裏側を非表示方向とすることを特徴とするゲーム装置。

【請求項9】 請求項8において、

前記画像情報記憶手段に記憶されている前記簡易オブジェクトは平面として形成され、

前記方角情報演算手段は、

前記平面の裏側に立てた法線の方角が前記視線方向の方角となるよう簡易オブジェクトの方角を決定することを特徴とするゲーム装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像合成方法、画像合成装置及びゲーム装置に関し、特に表示物を簡易オブジェクトとして形成し表示する画像合成方法、画像合成装置及びゲーム装置に関する。

【0002】

【背景の技術及び発明が解決しようとする課題】ドライ
ブゲーム等のゲーム装置等においては、刻々と変化する
移動体の位置に応じて、仮想3次元空間内における視
界画像をリアルタイムに画像合成しなければならない。こ
のため、画像合成時の処理時間の短縮を図るために様々
な工夫がなされている。

【0003】従来より、ゲーム装置等においては、デー
タ量の削減及び処理時間の短縮を図るために、画面の背
景に配置されている立木等の表示物を、簡易的なオブ
ジェクトを用いて画像合成を行うことが行われている。例
えば、ポリゴンを用いて立木のオブジェクトを作る場
合、立体物として作ると、ポリゴン数が増え、演算負荷
が高まるので、本来立体物である立木を、平面の簡易オ
ブジェクトとして形成し、画像合成時の演算量を削減す
るのである。

【0004】しかし、前記簡易オブジェクトを常に仮想
3次元空間内に固定的に配置すると、見る方向によつて
は簡易オブジェクトの側面や裏面が見えてしまうという
不具合が生じる。

【0005】図16はプレーヤカーがスピンしたときの
簡易オブジェクトで形成された立木との位置関係を示し
た図である。なお、簡易オブジェクトで形成された立木
220の220-Oで示した側が表でありテクスチャマ
ッピングがされている面であり、220-Uで示した側
が裏でありテクスチャマッピングがされていない面であ
る。220-Yは簡易オブジェクトで形成された立木2
20の側面を示している。

【0006】プレーヤカーが210-1の位置にあると
きは、仮想プレーヤの視点からは立木220のテクス
チャマッピングがされている面220-Oの側が見える。
しかし、プレーヤカーの位置はスピン等で210-2、
210-3の位置に来る可能性もある。この様な場合、
簡易オブジェクトで形成された立木220が固定的に配
置されていると、平面である立木を側面220-Yや裏
面220-Uから見るようになってしまう。従って、こ
のまま画像表示をおこうと、線のように細い立木が表示
されたり、テクスチャがついていない状態で表示され
たりすることになる。このように、表示物が平面等の簡
易オブジェクトで形成されている場合、上記のような不
具合が生じ、リアリティのある画像表示が行えなくな
ってしまう。

【0007】そこで、従来は、この様な不具合を解消す
るため、平面で形成された立木等の簡易的なオブジェ
クトを用いて画像合成を行う場合、常に、立木の平面部
分が視者のほうを向くように回転させる制御を行って
いた。具体的には、視点位置及び視線方向と簡易的なオ
ブジェクトとの相対位置関係によってその簡易的なオブ
ジェクトの回転角を求めていた。

【0008】しかし、視点と簡易オブジェクトとの相対

位置は、簡易オブジェクトの存在位置又は視点の位置が
変われば変動する。このため、1フレーム内の処理で
は、画面内の全ての簡易オブジェクトはすべて異なる相
対位置をもち、フレームが変わって視点位置が移動すれ
ば、それらの相対位置はまたすべて異なったものとな
る。このため、表示対象となる簡易オブジェクトに対し
て、常に相対位置を求める演算が必要となり、処理時間
がかかるという問題点があった。

【0009】そこで、表示物を平面等の簡易オブジェ
クトを用いて画像合成を行う際、リアリティのある画像
表示を保持しつつ、いかに処理時間の短縮を図るかが問題
となる。

【0010】本発明はこの様な課題に鑑みてなされたも
のであり、表示物を簡易オブジェクトとして形成し表示
する際、リアリティを損なうことなく、処理時間を短縮
できる画像合成方法、画像合成装置及びゲーム装置を提
供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、表示
物を表示方向と非表示方向を有する簡易オブジェクトと
して形成し、仮想3次元空間内を移動又は回転する視点
の視野内に存在する前記表示物の画像を合成する方法で
あって、前記視点の視線方向に基づき、前記非表示方向
が前記視点の視線方向と少なくとも同じ方角に設定され
るよう、前記簡易オブジェクトの方向を決定し、前記決
定した方向に簡易オブジェクトを回転させ画像合成を行
うことを特徴とする。

【0012】請求項4の発明は、表示物を表示方向と非
表示方向を有する簡易オブジェクトとして形成し、仮想
3次元空間内を移動又は回転する視点の視野内に存在す
る前記表示物の画像を合成する装置であって、仮想3次
元空間内を移動又は回転する視点の視線情報を演算する
視線情報演算手段と、前記視線情報演算手段の演算した
視線情報に基づき、前記簡易オブジェクトの非表示方向
が前記視点の視線方向と少なくとも同じ方角に設定され
るよう、前記簡易オブジェクトの方角情報を求める方角
情報演算手段と、簡易オブジェクトとして形成された表
示物の画像情報を記憶している画像情報記憶手段と、前
記方角情報演算手段によって演算された方角情報に基づ
き、前記画像情報記憶手段に記憶されている簡易オブ
ジェクトを読み出して回転させる簡易オブジェクト回転手
段とを含み、前記回転された簡易オブジェクトを用いて
視点の視野内に存在する前記表示物の画像を合成するこ
とを特徴とする。

【0013】請求項7の発明は、プレーヤ移動体を操縦
するプレーヤ操作手段と、プレーヤ操作手段からの入力
信号に基づき、プレーヤの操縦するプレーヤ移動体が仮
想3次元空間内を移動する演算を行う空間演算手段と、
表示物の位置情報及び簡易オブジェクトであるか否かの
識別情報を記憶する空間情報記憶手段と、表示物の一部

又は全部が、表示方向と非表示方向を有する簡易オブジェクトとして形成された画像情報を記憶している画像情報記憶手段と、前記空間演算手段の演算結果及び画像情報記憶手段に記憶された画像情報に基づき、表示部に表示するゲーム画面の画像を合成する画像合成手段とを含み、前記空間演算手段は、前記プレーヤ移動体の移動又は回転に基づき、仮想3次元空間内を移動又は回転する視点の視線情報を含む視点情報を演算する視点情報演算手段と前記視点情報演算手段の演算した視線情報に基づき、前記簡易オブジェクトの非表示方向が前記視点の視線方向と少なくとも同じ方角に設定されるよう、前記簡易オブジェクトの方角情報を求める方角情報演算手段とを含み、前記画像合成手段は、前記表示対象となる表示物が簡易オブジェクトである場合は、前記方角情報演算手段によって演算された方角情報に基づき、前記画像情報記憶手段に記憶されている簡易オブジェクトを回転させる簡易オブジェクト回転手段を含み、前記視点情報演算手段の演算した視点情報と、前記空間情報記憶手段に記憶された表示物の位置情報及び識別情報とに基づき、表示対象となる表示物及びその表示位置情報を決定し、さらに前記表示対象となる表示物が簡易オブジェクトである場合は、前記方角情報演算手段によって演算された方角情報に基づき、前記簡易オブジェクト回転手段により簡易オブジェクトを回転させて画像合成を行うことを特徴とする。

【0014】簡易オブジェクトとは、本来立体である表示物を面又は簡易的な立体でモデリングしたオブジェクトをいう。すなわち本来立体である表示物を、平面や曲面のオブジェクト、それらの面を簡易的に組み合わせた面として形成されたオブジェクト、又は立体表示物の一部（例えば片面側）を切り取って形成したもの等である。従って、通常のオブジェクトは、3次元空間の全方向から可視可能に形成されているのに対し、簡易オブジェクトは、本来の表示物の形状を簡易的に形成しているため、可視可能な表示方向と、可視対象でない非表示方向とを有している。

【0015】また方向とは、3次元空間におけるX、Y、Zの全ての方向成分を含んだものをいい、方角とは、例えばY軸の回りの回転角によって表されるXZ平面上の向きのような、ある特定の座標平面上での向きをいう。従って、以下回転及び回転角というときは、前記ある特定の座標平面に対して垂直な座標軸の回りの回転及び回転角をさすものとする。

【0016】表示物を簡易オブジェクトとして形成し表示する際、従来は視点位置及び視線方向の向いている方角と簡易オブジェクトとの相対位置関係によって、その簡易オブジェクトの回転角を求めていた。しかし、視点と簡易オブジェクトとの相対位置は、簡易オブジェクトの存在位置又は視点の位置が変われば変動する。このため、1フレーム内の処理では、画面内の全ての簡易オブ

ジェクトは基本的にすべて視点に対して異なる相対位置をもつ。しかも、フレームが変わって視点位置が移動すれば、それらの相対位置はまたすべて異なったものとなる。このため、従来の技術では表示対象となる簡易オブジェクト全てに対して、常に視点との相対位置を求める演算が必要となるとともに、求めた相対位置から各簡易オブジェクトの回転角を求める演算が必要となり、このため演算処理時間がかかるという問題点があった。

【0017】そこで、本発明では、視線方向の向いている方角に基づき簡易オブジェクトの方角を決定し、その方向に回転させるよう形成している。この様になると、1フレーム内の処理では、全ての簡易オブジェクトの方角は同方角となるため、処理時間の短縮をはかることが出来る。また、フレームが変わって視点位置が移動しても同方角に移動していれば、視線方向の向いている方角は変わらないので、簡易オブジェクトの方角をかえる必要がなく、処理時間の短縮をはかることが出来る。

【0018】またこのようにしても、視線方向の向いている方角の変化に基づき近似的に前記簡易オブジェクトの可視対象側面が視点方向に向くよう制御出来るため、簡易的にオブジェクトを形成していることによる不具合を生じることなく画像表示を行うことが出来る。

【0019】なお、本発明は、表示対象となる表示物が複数存在する場合、その一部のみを簡易オブジェクトとして形成してもよく、また全てを簡易オブジェクトとして形成して画像合成を行ってもよい。

【0020】請求項2の発明は、請求項1において、前記簡易オブジェクトは面として形成され、該面の裏側を非表示方向とすることを特徴とする。

【0021】請求項5の発明は、請求項4において、前記画像情報記憶手段に記憶されている前記簡易オブジェクトは面として形成され、該面の裏側を非表示方向とすることを特徴とする。

【0022】請求項8の発明は、請求項7において、前記画像情報記憶手段に記憶されている前記簡易オブジェクトは面として形成され、該面の裏側を非表示方向とすることを特徴とする。

【0023】この様に、表示物を面のオブジェクトとして形成すると、立体として形成した場合に比べ、データ数が削減出来るため、画像合成時の演算処理負担が少なくてすみ、処理時間の短縮を図ることが出来る。

【0024】ここにおいて面とは、複数の平面を接続させた物でもよいし、曲面でもよい。

【0025】請求項3の発明は、請求項2において、前記簡易オブジェクトは平面として形成され、前記平面の裏側に立てた法線の方角が前記視線方向の方角となるよう簡易オブジェクトの方向を決定し、前記決定した方向に簡易オブジェクトを回転させ、画像合成を行うことを特徴とする。

【0026】請求項6の発明は、請求項5において、前

記画像情報記憶手段に記憶されている前記簡易オブジェクトは平面として形成され、前記方角情報演算手段は、前記平面の裏側に立てた法線の方角が前記視線方向の方角となるよう簡易オブジェクトの方角を決定することを特徴とする。

【0027】請求項9の発明は、請求項8において、前記画像情報記憶手段に記憶されている前記簡易オブジェクトは平面として形成され、前記方角情報演算手段は、前記平面の裏側に立てた法線の方角が前記視線方向の方角となるよう簡易オブジェクトの方角を決定することを特徴とする。

【0028】本発明によれば、簡易オブジェクトの裏側に立てた法線の方角が視線方向の向いている方角と同方角になるよう簡易オブジェクトを回転させるよう形成することができる。

【0029】この様にすると、画面内に存在する簡易オブジェクトはすべて同方角となり、その回転角も等しくなるため、演算処理及び演算回数が削減され、さらに処理時間の短縮をはかることができる。

【0030】なお、例えばレーシングゲーム装置等で、プレイヤーがスピンしてその視線方向が変わった場合でも、その視線方向が向いている方角と同方角になるよう、簡易オブジェクトの方向が変化するため、簡易オブジェクトを用いていることによる不具合を生じること無く画像表示を行うことが出来る。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明の好適な実施の形態を、3次元ゲーム空間内に設定されたレーシングコースでレースを行うゲーム装置を例にとり説明する。

【0032】図1には実施例のサーキットレース型のゲームシステムが示されている。実施例のゲームシステムは、複数の独立したゲーム装置1-1、1-2、…が、データ伝送ラインを介して互いに接続されている。

【0033】各ゲーム装置は、仮想3次元ゲーム空間内において、プレイヤーの操縦するプレイヤーレーシングカーが、他のプレイヤーの操縦するレーシングカーや、コンピュータの操縦するコンピュータカーと順位を競い合うように形成されている。

【0034】各ゲーム装置は、実際のレーシングカーの運転席と同様に形成されている。そして、プレイヤーは、シート18に着座し、ディスプレイ62に映し出された疑似3次元画像（ゲーム画面）を見ながら、操作部10に設けられたハンドル14、アクセル15、シフトレバー16、ブレーキ等を操作して架空のレーシングカーを運転してゲームを行う。

【0035】図13には当該ゲーム装置1のディスプレイ18に表示されるゲーム画面の一例200-3が示されている。本ゲーム画面200-3には、プレイヤーカーの運転席に位置する仮想プレイヤーの視点から見える仮想3次元空間内の景色がリアルに表示されている。

【0036】このようなゲーム画面を表示するためには、刻々と変化するプレイヤーの位置に応じて、仮想3次元空間内における視界画像をリアルタイムに画像合成しなければならないため、画像合成時の処理時間の短縮を図る必要がある。

【0037】そこで、本実施例においては、画面の背景に配置されている表示物のうち重要度の低い立木等の表示物を、平面の簡易オブジェクトとして形成し、データ量を削減して処理時間の短縮をはかっている。

【0038】しかし、本来立体物である立木を、平面の簡易オブジェクトとして形成すると、見る方向や位置によっては表示画像に不具合が生じる。

【0039】本ゲーム装置1では、平面で形成した簡易オブジェクトを用いて画像合成を行う際、リアリティのある画像表示を行うために以下のような構成を採用している。

【0040】図2には、前記ゲーム装置において、表示物の一部を平面の簡易オブジェクトを用いて画像合成を行うための構成を示す機能ブロック図が示されている。

【0041】実施例の業務用ビデオゲーム装置は、操作部10と、演算処理部20と、空間情報記憶部30、画像合成部40と、画像情報記憶部50、表示部60とを含む。

【0042】操作部10は、図1に示すハンドル14、シフトレバー16及びその他のペダル類等の、プレイヤーの操作する部材である。

【0043】前記演算処理部20は、CPU、メモリ等を用いて構成されており空間演算手段として機能する。そして前記操作部10からの操作信号および所定のゲームプログラムに基づき、所定のゲーム空間内に設定されたレーシングコースで、プレイヤーの操縦するプレイヤーカーを他のレーシングカーと競争させ、プレイヤーの操縦するプレイヤーカーや他のレーシングカーのゲーム空間内の位置及び状態等を演算し、その演算結果を画像合成部40へ向け出力する。

【0044】画像合成部40は、この演算結果に基づきゲーム画面の画像データを演算し、表示部60であるディスプレイ62上に表示させる。

【0045】まず演算処理部20と空間情報記憶部30がゲーム空間内の表示物の位置及び状態等を演算する機能について詳しく説明する。

【0046】3次元ゲーム空間を構成するオブジェクトにはレーシングカーなどの移動体と、レーシングコース、トンネル、壁、ビル、立木などの位置が固定のものがある。

【0047】本ゲーム装置では、各移動体は、ゲーム空間（オブジェクト空間）に設けられたワールド座標系（ X_w, Y_w, Z_w ）における位置情報（ X, Y, Z ）及び方向情報（ θ, ϕ, ρ ）とによりゲーム空間内に設定される。各固定物は、ワールド座標系（ $X_w, Y_w,$

Zw)における位置情報(X, Y, Z)が与えられることによりゲーム空間内に設定される。

【0048】図3は、移動体であるプレイヤー210の位置及び姿勢と、位置情報(X, Y, Z)及び方向情報(θ , ϕ , ρ)との関係を示す図である。

【0049】この様なゲーム空間内に配置される各移動体(プレイヤー210、他のレーシングカー等)の位置情報(X, Y, Z)及び方向情報(θ , ϕ , ρ)が記憶されているのが前記空間情報記憶部30の移動体情報記憶部32である。すなわち、移動体情報記憶部32には、図4に示すように、 $i+1$ 個の移動体の位置情報

(X, Y, Z)及び方向情報(θ , ϕ , ρ)が、各移動体に割り当てられたオブジェクトナンバーOBとともに記憶されている。

【0050】また、この様なゲーム空間内に配置される各固定物(レーシングコース、トンネル、壁、ビル、立木など)の位置情報(X, Y, Z)及び識別情報fが記憶されているのが前記空間情報記憶部30のマップ情報記憶部34である。すなわち、マップ情報記憶部34には、図5に示すように、 $n-i$ 個の固定物の位置情報

(X, Y, Z)及び識別情報fが、各固定物に割り当てられたオブジェクトナンバーOBとともに記憶されている。なお、識別情報fには、その固定物を表示するためのオブジェクトナンバーOBに対応するオブジェクトが、後述する平面で形成した簡易オブジェクトとして形成されているかどうかの識別を示す識別フラグが格納されている。

【0051】前記演算処理部20は、移動体情報記憶部32の上記移動体の位置情報(X, Y, Z)及び方向情報(θ , ϕ , ρ)を、前記操作部10によって入力される操作信号やゲームプログラム等に従って、所定の時間毎に、例えば1/60秒毎に書き換えて更新する。例えば、プレイヤー210がゲーム空間内をワールド座標系のX軸方向に姿勢を変えずに移動する様子は、前記移動体情報記憶部32の該当するオブジェクトナンバーの位置情報のX座標を、前記演算処理部20が移動速度に応じた所定の増分で変更記憶することで表現される。また、プレイヤー210がゲーム空間内をワールド座標系の位置座標を変えずにその場で回転する様子は、前記移動体情報記憶部32に記憶された該当するオブジェクトナンバーの方向情報(θ , ϕ , ρ)を、前記演算処理部20が回転速度に応じた所定の増分で変更記憶することで表現される。

【0052】ところで、この様にゲーム空間内において各移動物が刻々と位置及び方向を変化させていく状況をゲーム画面に表示するためにはどの位置から見た画像を表示するのかという視点位置や視線方向、視野角等の視点情報が必要となる。

【0053】本実施例では、プレイヤーに乗車した仮想プレイヤーの視点位置で画像を表示する1人称の視点表

示と、プレイヤーを後方から追従する視点位置で画像を表示する3人称の視点表示を選択出来るように形成されている。この様な視点情報を演算するのが演算処理部20の視点情報演算部22であり、視線情報演算手段26としても機能する。

【0054】また、視点情報等を含むフレーム情報が記憶されているのが、前記空間情報記憶部30のフレーム情報記憶部36である。このフレーム情報も視点情報演算部22によって所定時間毎に更新される。すなわち本ゲーム装置では、プレイヤー210の位置情報及び方向情報に基づいて前記フレーム情報に含まれる視点位置及び視線方向は変更記憶される。この様にして、ゲーム画面には、移動する視点位置からみえる仮想3次元空間を表示した画像がリアルタイムに表示される。

【0055】次に、画像合成部40と画像情報記憶部50の画像合成の機能について詳しく説明する。

【0056】前記画像情報記憶部50は、ゲーム空間内の各表示物の形状及び外観にかかる情報を記憶するものであり、ポリゴン情報記憶部52とテクスチャ情報記憶部54とを含んでいる。すなわち、本ゲーム装置においては、各表示物はポリゴンの組み合わせによってモデリングされていて、各ポリゴンにはそれぞれの表示物の外観を表すテクスチャがマッピングされる。

【0057】前記ポリゴン情報記憶部52には、各表示物の形状を表す情報として、該表示物を構成する各ポリゴンの頂点座標と、それぞれのポリゴンにマッピングするテクスチャとが対応して記憶される。前記頂点座標は各表示物にそれぞれ設けられた座標系(ボディ座標系)における各頂点の位置座標として記憶されている。

【0058】なお、前記立木等の平面で形成した簡易オブジェクトも、後述する図7(B)に示すようにポリゴンの組み合わせによってモデリングされており、その形状を表す情報はポリゴン情報記憶部52に記憶されている。

【0059】前記テクスチャ情報記憶部54には、これらのポリゴンにマッピングするテクスチャのテクスチャ情報が記憶される。ここで、テクスチャ情報とは表示物の表面の色や模様等の情報を意味する。

【0060】なお、後述する図8に示す立木のテクスチャのように平面で形成した簡易オブジェクトにマッピングするテクスチャ情報もテクスチャ情報部54に記憶されている。

【0061】また、前記画像合成部40では、前記空間情報記憶部30及び前記画像情報記憶部50に記憶される情報に従ってゲーム空間の情景を表す画像を合成する。具体的には、先ず初めに、図6に示すように表示物300を構成するポリゴンを、ワールド座標系(Xw, Yw, Zw)で表現されるゲームステージ上に配置するための演算を行う。すなわち、前記画像情報記憶部50には、表示物を構成するポリゴンの位置情報がボディ座

標系における座標情報として記憶されている。前記画像合成部40は、これを前記空間情報記憶部30に記憶される位置情報(X, Y, Z)及び方向情報 θ に基づいて、平行移動、回転、反転、拡大、縮小等の3次元座標変換を施し、ワールド座標系(X_w, Y_w, Z_w)での位置座標に変換している。次に、各表示物についてそれを構成するポリゴンを所与の視点を基準とした視点座標系(X_v, Y_v, Z_v)へ座標変換する処理を行う。その後、クリッピング処理等を施し、スクリーン座標系(X_s, Y_s)への投影変換処理を行う。そして、こうして得られたスクリーン座標系(X_s, Y_s)での画像情報に基づいて前記表示部60はゲーム空間の所定の範囲を画像表示出力する。

【0062】ところで、リアリティに富んだ画像を表示するためには、出来るだけ多くのポリゴンを用いて表示物を精巧にモデリングすることが好ましい。しかし、ポリゴン数が増えると画像合成にかかる処理時間が増え、リアルタイムの画像合成に追いつかないため、従来より画面の背景に配置されている立木等を簡易オブジェクトとして作成することが行われている。すなわち本来立体である立木を平面のオブジェクトとして形成することでポリゴン数を減らすことにより画像合成時の演算量を削減し、処理時間を短縮するのである。

【0063】図7(A)、(B)は、通常の立木のオブジェクト形成例と簡易オブジェクト形成例を示した図である。図7(A)は、立木を通常の立体オブジェクトとして形成した場合のオブジェクトのポリゴンの例を示しており、図7(B)は、立木を平面で形成した簡易オブジェクトとして形成した場合のオブジェクトのポリゴンの例を示している。同図(A)、(B)に示すように、本来立体である立木を平面のオブジェクトとして形成することにより、ポリゴン数を削減することが出来る。

【0064】画像表示を行う際、画面背景の表示物は視線の向きに対してその方向がほとんど変化しないため、さほど重要でない立木等の立体感はさほど問題にならない。しかし視点移動により遠景にあった表示物が近景になると、さほど重要でない立木等であっても本物らしく表示しないとリアリティを損なうことになる。

【0065】そこで、平面のオブジェクトに立木の細部の表示や質感を充実させたテクスチャをマッピングすることにより、立体感をカバーして、リアリティを損なうことなく画像表示するよう形成している。

【0066】図8は、図7(A)に示す立木の平面で形成した簡易オブジェクトにマッピングするテクスチャ例を示した図である。すなわち立木等の画面背景の表示物のオブジェクトを、図7(A)に示す様に平面で形成した簡易オブジェクトで作成しても、図8に示すテクスチャをマッピングすることで、立木の細部の表示や質感を充実させることにより、リアリティを損なうことなく画像表示することが出来る。

【0067】なお、オブジェクトを立体として形成した場合は、表示されるのは立体の表面であるため、各ポリゴンの立体の表面を形成する面にテクスチャがマッピングされる。本実施例のようにオブジェクトを平面として形成する場合は、前記平面であるオブジェクトの表示方向の面を表示面とし、各ポリゴンの表示面を形成する面に前記テクスチャがマッピングされる(以下、平面で形成された簡易オブジェクトのテクスチャがマッピングされている面を表示面、テクスチャがマッピングされていない面を非表示面という)。

【0068】図9は、従来の視点位置と立木の位置関係とその回転角の関係を示した図である。なお、本実施例においては、以下Y軸のまわりの回転角を方角として扱う。

【0069】従来は、視線方向の向いている方角を z 軸方向としたときの、視点310の位置から立木220までのアークタンジェントを演算することによりその回転角 α を求め、立木220を α だけ回転させていた。しかしこの様になると、視点位置と立木の相対位置関係によってその簡易オブジェクトの回転角が異なるため、表示対象となる簡易オブジェクトに対して、常に相対位置を求める演算が必要となり、処理時間がかかるという問題点があった。

【0070】そこで、本実施例では、立木等を平面の簡易オブジェクトとして形成し画像合成を行う際、リアリティを損なうことなく処理時間を短縮するために、表示対象となる全ての簡易オブジェクトの位置に関係なく、視線方向の向いている方角に基づき回転させるよう形成している。

【0071】図10は本実施例における視線方向の向いている方角と平面で形成した簡易オブジェクトの非表示面の方角との関係を示した図であり、図11は、対応する視線方向における表示画面を示したものである。

【0072】プレーヤカー210が通常走行時でAの状態にあるとき、その視線方向の向いている方角を s_1 とすると、このときの立木220はA'の状態である。このとき立木220の非表示面の法線の方角を h_1 とすると、本実施例では、平面で形成した簡易オブジェクトの非表示面の法線の方角と視線方向の向いている方角が同方角となるよう簡易オブジェクトを回転させるよう形成されているので、 $s_1 = h_1$ となる。このときの表示画像200-1が図11(A)に示されている。

【0073】また、プレーヤカー210がスピンしてBの状態にあるときの視線方向の向いている方角を s_2 とすると、このときの立木220の状態はA'からB'の状態になっており、B'の時の立木220の非表示面の法線の方角を h_2 とすると、 $s_2 = h_2$ となる。このときの表示画像が図11(b)に示されている。この様に、視点位置及び視線方向の向いている方角の変化によって立木に見える面が変わっても、常に表示面の方角が

プレーヤのほうに向いているように形成することが出来る。

【0074】このような処理を行うため本実施例では、前記構成に加えて、演算処理部20は方角情報演算部24を含み、画像合成部40は、簡易オブジェクト回転部42をさらに含んで構成されている。

【0075】方角情報演算部24は、視点情報演算部24の演算した視線情報に基づき、平面で形成した簡易オブジェクトの方角を演算する。本実施例では、視線方向の向いている方角 s を簡易オブジェクトの非表示面の法線の方角 h としている。

【0076】簡易オブジェクト回転部42は、画像合成部40が、各オブジェクトを構成するポリゴンを、ワールド座標系(X_w, Y_w, Z_w)で表現されるゲームステージ上に配置するための演算を行う際、前記オブジェクトが簡易オブジェクトであれば、その簡易オブジェクトの非表示面の法線の方角 h が方角情報演算部24により演算された方角 s と同方角となるよう、簡易オブジェクトを回転させるよう形成されている。

【0077】すなわち、前記画像合成部40は、ポリゴン情報記憶部52に各オブジェクトのボディ座標系における位置情報として記憶されているポリゴンの頂点座標を、前記空間情報記憶部30に記憶されている各オブジェクトの位置情報(X, Y, Z)や方向情報 θ に基づいて、ワールド座標系(X_w, Y_w, Z_w)での位置座標に変換する。このときレーシングコース、トンネル、壁、ビル、立木などの位置が固定のものは、位置及び方向は常に一定であるので、その方向を基準方向として予め各オブジェクトのボディ座標系におけるポリゴン位置を設定しておけば、回転させる必要はない。従って、マップ情報記憶部34は、固定物の方向情報を有しておらず、平面で形成した簡易オブジェクトとして形成されていない固定物に対しては、マップ情報記憶部34に記憶されている各オブジェクトの位置情報(X, Y, Z)に基づいて、ワールド座標系(X_w, Y_w, Z_w)に配置すればよい。

【0078】しかし、簡易オブジェクトとして形成されている固定物に対しては、前述したように簡易オブジェクトを回転させなければならない。このため、簡易オブジェクト回転部42は、マップ情報記憶部34の識別情報に簡易オブジェクトであることを示す識別フラグが立っていたら、画像合成部40がワールド座標系(X_w, Y_w, Z_w)に簡易オブジェクトを配置する際、その簡易オブジェクト非表示面の法線の方角が方角情報演算部24により演算された簡易オブジェクトの方角と同方角となるよう、簡易オブジェクトを回転させるよう形成されている。

【0079】以下本ゲーム装置の平面で形成した簡易オブジェクトの表示における作用について説明する。

【0080】前述したように、本実施例では、平面で形

成された簡易オブジェクトを用いて画像合成を行う際、表示対象となる全ての簡易オブジェクトの位置に関係なく、視線方向の向いている方角に基づき、前記簡易オブジェクトを回転させるよう形成している。

【0081】従って、仮想プレーヤの視線方向の向いている方角が変化すると、簡易オブジェクトの非表示面の方角も変化する。すなわち、図10に示すように、プレーヤカー210がスピン等してその方角が変わると、立木の簡易オブジェクト220は、その非表示面の法線の方角 h が仮想プレーヤの視線方向の向いている方角 s と等しくなるよう回転する。従って、仮想プレーヤは、簡易オブジェクトが視界前方にあるかぎり、常に表示面を見ることが出来る。この様に本実施例では、プレーヤの視線方向の向いている方角 s が変化しても表示物を簡易オブジェクトで形成したことによる不具合を生じること無く画像表示を行うことが出来る。

【0082】ここで、従来技術と本実施例との演算量を比較して、本実施例の演算量が従来技術に比較して少なくて済むことについて説明する。

【0083】すなわち、従来技術は、視点と簡易オブジェクトとの相対位置に基づき簡易オブジェクトを回転させるよう形成していた。前記相対位置は、1フレームの画面内の全ての簡易オブジェクト毎に異なり、しかも、フレームが変わって視点位置が移動すれば、それらの相対位置はまたすべて異なったものとなる。従って、従来の技術では表示対象となる簡易オブジェクト全てに対して、常に視点との相対位置を求める演算が必要となるとともに、求めた相対位置から各簡易オブジェクトの回転角を求める演算が必要となり、演算処理時間が増大していた。

【0084】これに対し本実施例によれば、全ての表示対象となる簡易オブジェクトの非表示面の法線の方角を現在の視線方向の向いている方角にあわせればよい。従って、1フレームの画面内では、全ての簡易オブジェクトの非表示面の方角は同方角となるため、各簡易オブジェクト毎に相対位置及び回転角を演算する必要が無く処理時間の短縮をはかることが出来る。また、フレームが変わって視点位置が移動しても同方角に移動していれば、視線方向の向いている方角は変わらないので、簡易オブジェクトの方角をかえる必要がなく、処理時間の短縮を図ることが出来る。

【0085】なお、実施例では、視点位置と簡易オブジェクトとの相対的な位置関係が変化しても、視線方向の向いている方角が変化しない限り、簡易オブジェクトの方角は変化しないが、このことによっても不具合が生じないことを以下に説明する。

【0086】図12は、本実施例におけるプレーヤカーの位置と平面で形成した簡易オブジェクトで形成された立木の位置関係を示した図であり、図13、図14は各位置から見たゲーム画面を表している。

【0087】すなわち図12は、道路250上でプレーヤカー210の位置がC、D、Eと移り変わっていく様子を表しており、f3、f4、f5はその時の画角を、s3、s4、s5はその時の視線方向の向いている方角を示している。また、道路250の脇には等間隔に立木222、224、226が立ち並んでいる。なお、立木220のプレーヤカー210を向いているほうの面を表示面とする。

【0088】プレーヤカー210がCの位置にいるとき、立木222は既に画角f3の範囲外になっており、表示範囲に存在する立木は224と226であり、立木224と226の非表示面に立てた法線h3、h4の方角はCにおける視線方向の向いている方角s3と等しくなっている。このときのゲーム画面の表示画像200-3を示したのが図13である。平面で形成した簡易オブジェクトで形成された立木は、画面の遠景に表示されている。

【0089】プレーヤカー210がDの位置にくると、立木224は遠景から近景になり、表示範囲の端のほうに位置するようになる。このときも視線方向の向いている方角s4はs3と変わらないので、立木は224の非表示面に立てた法線h3の方角も変わらない。このときのゲーム画面の表示画像200-4を示したのが図14である。図14の画面右端の立木224は、図13の立木224よりもわずかに縦長になっている。視点位置が変わったため同じ立木224でも見える方向が変わって、縦横の比率が変わったためである。

【0090】しかし図14からもわかるように縦横の比率の変化はほとんど目立たない程度であり視者に違和感を与えない。しかも通常プレーヤカーは移動しているので、このように表示されるのはほんの短時間であるため、視者に意識されることはない。

【0091】さらにプレーヤカーがEの位置にくると、立木224はすでに画角f5の範囲外となっており、画面には表示されない。すなわち、表示する範囲は視界前方の一定領域内のものに限られるため、簡易オブジェクトの表示が不自然になる前に、簡易オブジェクトは視野外になってしまう。

【0092】この様に本発明によれば、視点位置と簡易オブジェクトとの相対的な位置関係が変化しても、簡易オブジェクトを用いていることによる不具合を生じること無く画像表示を行うことができる。

【0093】なお、本実施例では、固定物の方向情報が予め一定に決められている場合の本発明の適用の具体例、すなわち視線方向の向いている方角に基づき、固定物である簡易オブジェクトを回転させる構成について説明したがこれに限られない。例えば、固定物についても移動物同様変化する方向情報(θ 、 ϕ 、 ρ)を設定した場合、視線方向の向いている方角と簡易オブジェクトの非表示面の法線の方角が同方角となるよう θ を設定し

て、簡易オブジェクトを回転させるように形成するとよい。簡易オブジェクトが移動物である場合も同様に形成することにより、本発明を適用することが出来る。

【0094】また、本実施例では、簡易オブジェクトとして、立木を平面で形成した場合を例にとり説明したが、簡易オブジェクトとして形成する表示物は、ギャラリー、建物、アドバルーンその他の表示物でもよい。また、固定的な表示物にかぎらず、そらを飛ぶ鳥や、宇宙の浮遊物、海中の魚や海藻、その他の移動する表示物でもよい。

【0095】本発明は上記実施例に限定されるものではなく、各種の変更実施が可能である。

【0096】例えば、前記実施例では、簡易オブジェクトが平面の場合を例にとり説明したが、平面ポリゴンを組み合わせて形成した面でもよいし、曲面でもよい。また、立体として形成されたオブジェクトの一部でもよい。例えば、立体として形成されたオブジェクトの一方向から見える部分のみを切り取ったようなオブジェクトでもよい。

【0097】さらに、以上説明した本発明は家庭用、業務用を問わずあらゆるハードウェアを用いて実施可能である。図15は現在広く用いられているタイプのゲーム装置のハードウェア構成の一例を示す図である。同図に示すゲーム装置はCPU1000、ROM1002、RAM1004、情報記憶媒体1006、音声合成IC1008、画像合成IC1010、I/Oポート1012、1014がシステムバス1016により相互にデータ送受信可能に接続されている。そして前記画像合成IC1010にはディスプレイ1018が接続され、前記音声合成IC1008にはスピーカ1020が接続され、I/Oポート1012にはコントロール装置1022が接続され、I/Oポート1014には通信装置1024が接続されている。

【0098】前記情報記憶媒体1006は、CD-ROM、ゲームROM、メモ리카ード等のゲーム装置本体と着脱可能に設けられる記憶手段を意味し、ゲーム内容に応じた所定の情報を書き込み保存することのできるタイプも用いられる。また、前記ROM1002は、ゲーム装置本体に固定して設けられる記憶手段である。これらは、ゲームプログラムやゲームステージの空間情報等のゲームタイトルに関する情報の他、ゲーム装置本体の初期化情報等のゲームタイトルに関係しない情報を記憶する手段である。

【0099】前記コントロール装置1022は、遊戯者がゲーム進行に応じて行う判断の結果をゲーム装置本体に入力するための装置であり、家庭用に広く用いられているパッドタイプのものや、業務用ドライブゲームに用いられるハンドル、アクセル等が挙げられる。

【0100】そして、前記情報記憶媒体1006やROM1002に格納されるゲームプログラムやシステムプ

プログラム又は前記コントロール装置1022によって入力される信号等に従って、前記CPU1000はゲーム装置全体の制御や各種データ処理を行う。前記RAM1004はこのCPU1000の作業領域として用いられる記憶手段であり、前記情報記憶媒体1006や前記ROM1002の所定の内容、あるいはCPU1000の演算結果等が格納される。

【0101】さらに、この種のゲーム装置には音声合成IC1008と画像合成IC1010とが設けられていて音声や画像の好適な出力が行えるようになっている。前記音声合成IC1008は情報記憶媒体1006やROM1002に記憶される情報に基づいて効果音やゲーム音楽等を合成する回路であり、合成された音楽等はスピーカ1020によって出力される。また、前記画像合成IC1010はRAM1004、ROM1002、情報記憶媒体1006等から送られる画像情報に基づいてディスプレイ1018に出力するための画素情報を合成する回路である。

【0102】また、前記通信装置1024はゲーム装置内部で利用される各種の情報を外部とやりとりするものであり、他のゲーム装置と接続されてゲームプログラムに応じた所定の情報を送受したり、通信回線を介してゲームプログラム等の情報を送受することなどに利用される。

【0103】以上説明した一般的なゲーム装置を用いても本発明は容易に実施可能である。例えば、前記操作部10はコントロール装置1022に対応し、前記演算処理部110はCPU1000及びROM1002又は情報記憶媒体1006に格納されるソフトウェアによって実現される。また、空間情報記憶部30、画像情報記憶部50は、RAM1004、ROM1002、情報記憶媒体1006のいずれかに設けることが可能である。更に、画像合成部40は画像合成IC1010によって、あるいはCPU1000と所定のソフトウェアによって実現される。また、表示部110はディスプレイ1018に対応する。

【0104】

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例にかかるゲーム装置の構成の一例を示す図である。

【図2】本実施例のゲーム装置の構成を示す機能ブロック図である。

【図3】プレイヤーの位置及び姿勢と、位置情報及び方向情報との関係を示す図である。

【図4】本実施例にかかるゲーム装置の空間情報記憶部*

*の移動体情報記憶部に記憶される情報を示す図である。

【図5】本実施例にかかるゲーム装置の空間情報記憶部のマップ情報記憶部に記憶される情報を示す図である。

【図6】本実施例にかかるゲーム装置の画像合成処理を説明する図である。

【図7】同図(A)、(B)は、通常の立木のオブジェクト形成例と簡易オブジェクト形成例を示した図である。

【図8】簡易オブジェクトとして形成した立木にマッピングするテクスチャ例を示した図である。

【図9】従来の画像合成装置における視点位置と立木的位置関係とその回転角の関係を示した図である。

【図10】本実施例における視線方向の向いている方角と平面で形成した簡易オブジェクトの非表示面の法線の方角の関係を示した図である。

【図11】本実施例にかかるゲーム装置の表示画面を示したものである。

【図12】本実施例におけるプレイヤーの位置と平面で形成した簡易オブジェクトで形成された立木的位置関係を示した図である。

【図13】本実施例にかかるゲーム装置の表示画面を示したものである。

【図14】本実施例にかかるゲーム装置の表示画面を示したものである。

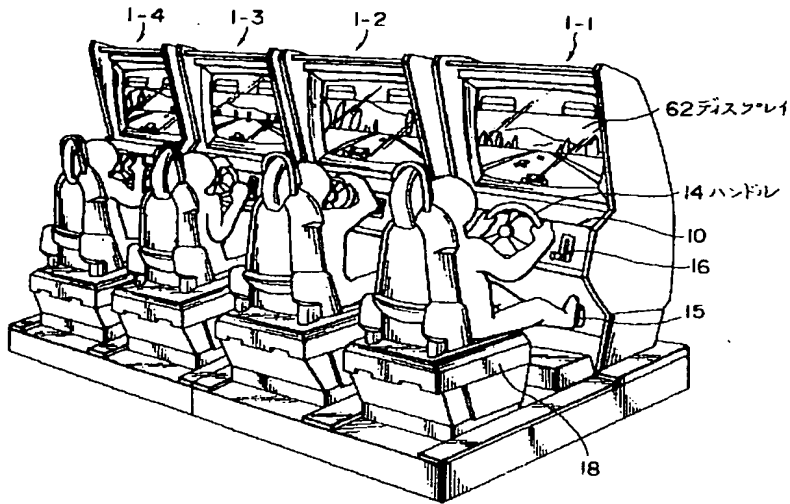
【図15】ゲーム装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

【図16】プレイヤーがスピンしたときの簡易オブジェクトで形成された立木との位置関係を示した図である。

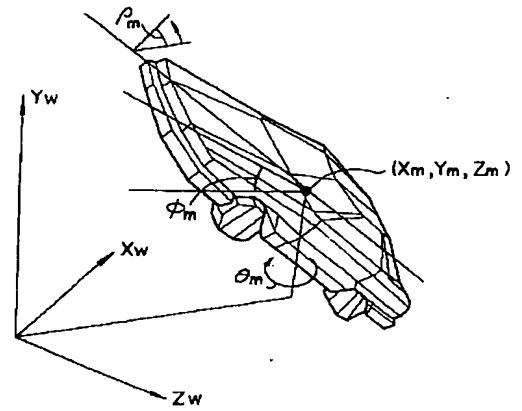
【符号の説明】

- 10 操作部
- 20 演算処理部
- 22 視点情報演算部
- 24 方角情報演算部
- 30 空間情報演算部
- 32 移動体情報演算部
- 34 マップ情報演算部
- 36 フレーム情報演算部
- 40 画像合成部
- 42 簡易オブジェクト回転部
- 50 画像情報演算部
- 52 ポリゴン情報演算部
- 54 テクスチャ情報演算部
- 60 表示部

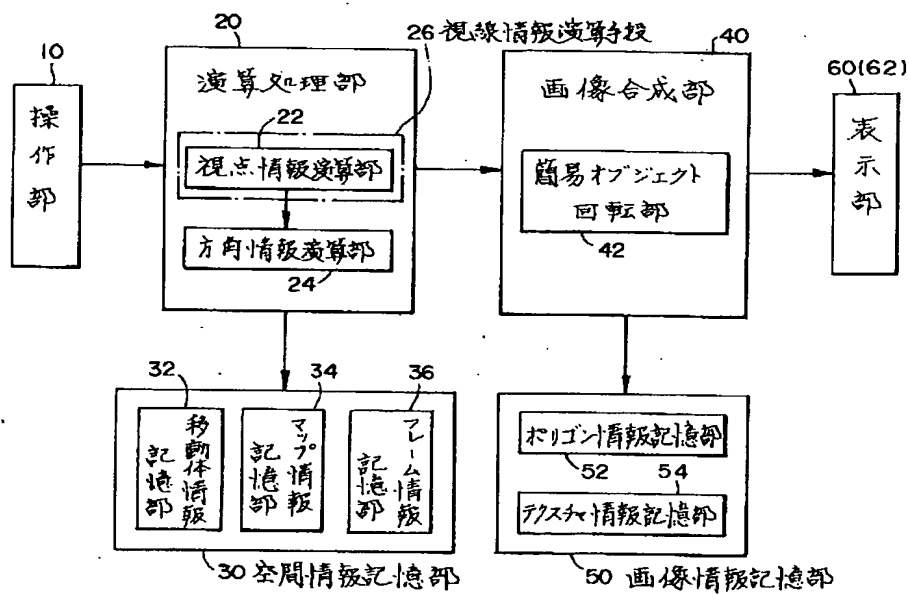
【図1】



【図3】



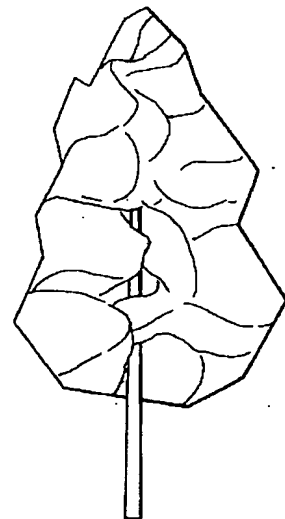
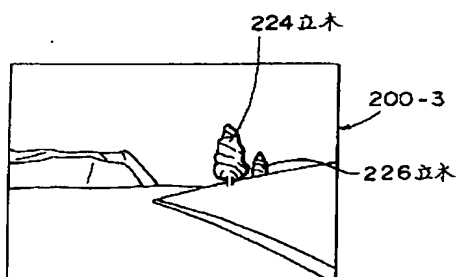
【図2】



オブジェクト ナンバー	位置情報				識別 情報
OB _{i+1}	X _{i+1}	Y _{i+1}	Z _{i+1}	f _{i+1}	
OB _{i+2}	X _{i+2}	Y _{i+2}	Z _{i+2}	f _{i+2}	
OB _{i+3}	X _{i+3}	Y _{i+3}	Z _{i+3}	f _{i+3}	
OB _{i+4}	X _{i+4}	Y _{i+4}	Z _{i+4}	f _{i+4}	
OB _{i+5}	X _{i+5}	Y _{i+5}	Z _{i+5}	f _{i+5}	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
OB _{n-2}	X _{n-2}	Y _{n-2}	Z _{n-2}	f _{n-2}	
OB _{n-1}	X _{n-1}	Y _{n-1}	Z _{n-1}	f _{n-1}	
OB _n	X _n	Y _n	Z _n	f _n	

【図8】

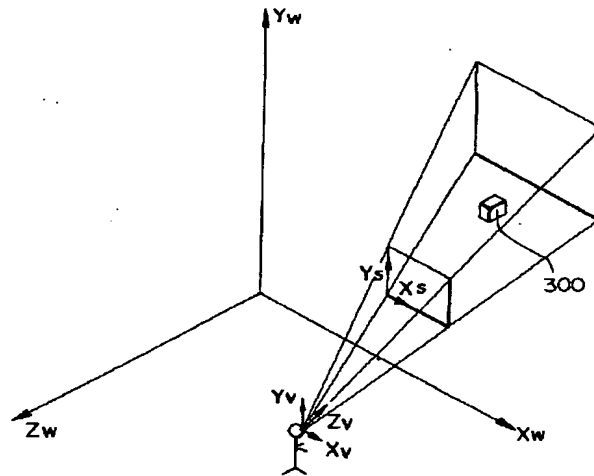
【図13】



【図 4】

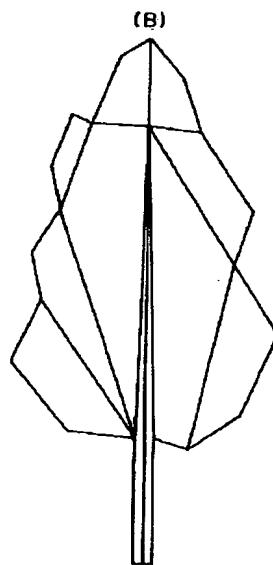
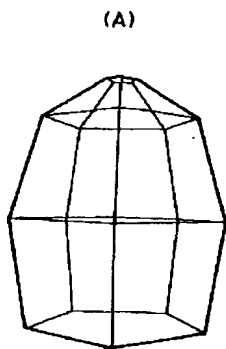
オブジェクト ナンバー	位置情報			方向情報		
OB ₀	X ₀	Y ₀	Z ₀	θ_0	ϕ_0	ρ_0
OB ₁	X ₁	Y ₁	Z ₁	θ_1	ϕ_1	ρ_1
OB ₂	X ₂	Y ₂	Z ₂	θ_2	ϕ_2	ρ_2
OB ₃	X ₃	Y ₃	Z ₃	θ_3	ϕ_3	ρ_3
OB ₄	X ₄	Y ₄	Z ₄	θ_4	ϕ_4	ρ_4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
OB _{i-2}	X _{i-2}	Y _{i-2}	Z _{i-2}	θ_{i-2}	ϕ_{i-2}	ρ_{i-2}
OB _{i-1}	X _{i-1}	Y _{i-1}	Z _{i-1}	θ_{i-1}	ϕ_{i-1}	ρ_{i-1}
OB _i	X _i	Y _i	Z _i	θ_i	ϕ_i	ρ_i

【図 6】

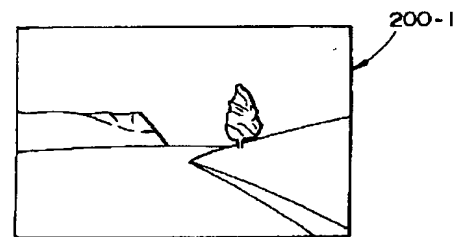


【図 11】

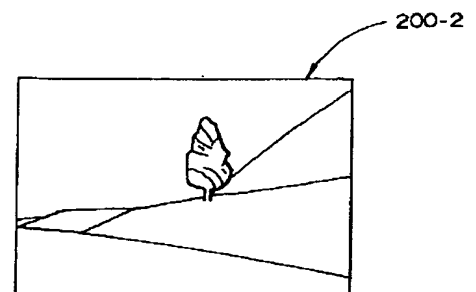
【図 7】



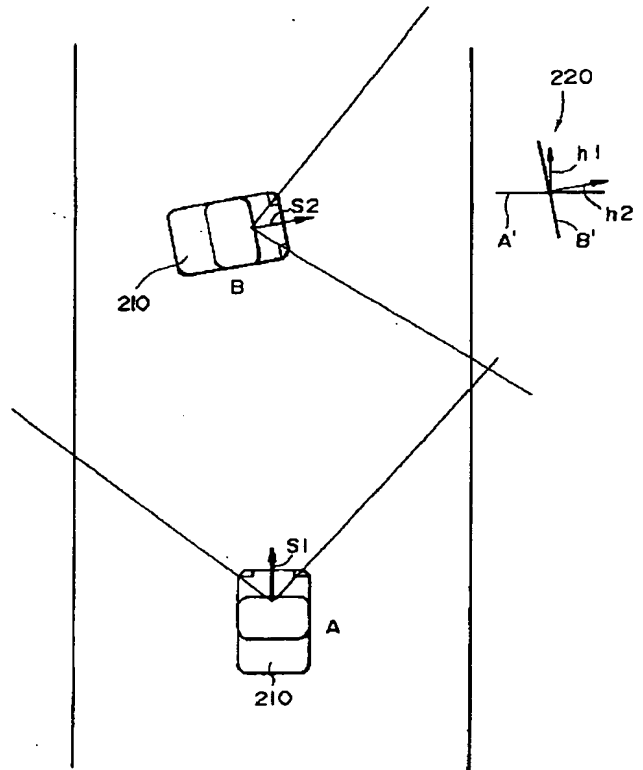
(A)



(B)



【図 10】



【図 15】

